

526427

Rec'd PCT/PTO

28 FEB 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/028997 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C04B 35/38 特願2003-195397 2003 年 7 月 10 日 (10.07.2003) JP
特願2003-195398 2003 年 7 月 10 日 (10.07.2003) JP
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009735 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): TDK
株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒103-8272
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 31 日 (31.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高川 建弥 (TAK-
AGAWA, Kenya) [JP/JP]; 〒103-8272 東京都中央区日
本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).
福地 英一郎 (FUKUCHI, Eiichi) [JP/JP]; 〒103-8272
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株
式会社内 Tokyo (JP). 村瀬 琢 (MURASE, Taku) [JP/JP];
〒103-8272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号
TDK株式会社内 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-280545 2002 年 9 月 26 日 (26.09.2002) JP
特願 2002-382476
2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002) JP
- [続葉有]

(54) Title: FERRITE MATERIAL

(54) 発明の名称: フェライト材料

										E	F	
A	試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	NiO (mol%)	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	D 副成分	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)
B	比較例1	60.0	21.0	15.0	4.0	467	1410	60	824	SiO ₂ 100ppm CaCO ₃ 1500ppm		
	1	63.0	17.0	18.0	2.0	494	661	100	1059			
	2	65.0	17.0	18.0	2.0	515	897	100	784			
	3	67.0	18.5	14.0	0.5	505	988	100	702			
B	比較例2	70.0	14.5	15.0	0.5	463	2675	100	389	Nb ₂ O ₅ 200ppm		
B	比較例3	67.0	21.0	10.0	2.0	475	1225	80	742	*SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有量との重量比=0.07 G	1350	1
	4	65.0	19.0	14.0	2.0	519	964	80	928			
	5	64.0	16.5	18.0	1.5	501	770	100	901			
	比較例4	65.0	13.5	21.0	0.5	474	1045	140	571			
	6	67.0	18.5	14.0	0.5	505	988	100	702			
	7	64.0	18.0	18.0	2.0	500	731	80	1074			
	8	64.0	18.0	14.0	4.0	515	843	100	819			
B	比較例5	64.0	16.0	14.0	6.0	512	1358	120	584			
C	従来例1	70.0	15.0	15.0	-	470	3207	140	220	SiO ₂ 80ppm、CaCO ₃ 700ppm、 Nb ₂ O ₅ 250ppm、Ta ₂ O ₅ 50ppm SiO ₂ 100ppm、CaCO ₃ 700ppm、 Ta ₂ O ₅ 300ppm	1300	1
C	従来例2	60.0	25.0	15.0	-	458	1431	20	1300			
C	従来例3	70.0	10.0	20.0	-	468	2618	140	250		1300	1
C	従来例4	70.0	10.0	20.0	-	503	1846	100	480		1250	窒素中
<備考>												
M Bs :飽和磁束密度(100°C) Pcv :ボトム温度におけるコア損失(100kHz、200mT) K												
B.Temp.:ボトム温度 J μi:初透磁率(25°C) L												

- A...SAMPLE NO.
B...COMP. EX.
C...PRIOR ART EX.
D...SUBSIDIARY COMPONENT
E...FIRING TEMPERATURE
F...OXYGEN PARTIAL PRESSURE
G... WT. RATIO OF SiO₂ CONTENT / CaCO₃ CONTENT = 0.07
H...IN NITROGEN
I...SATURATION MAGNETIC FLUX DENSITY (100°C)
J...BOTTOM TEMPERATURE
K...CORE LOSS AT BOTTOM TEMPERATURE (100 Khz, 200 mT)
L...INITIAL PERMEABILITY (25°C)
M...REMARKS

(57) Abstract: Sintered MnZn ferrite comprising 62 to 68 mol% of Fe₂O₃ and 12 to 20 mol% of ZnO wherein NiO and/or LiO_{0.5} is contained as a principal component; or sintered MnZn ferrite comprising 62 to 68 mol% of Fe₂O₃ and 12 to 23 mol% of ZnO wherein Si and Ca are contained as subsidiary components. This sintered material can realize such characteristics that the saturation magnetic flux density at 100°C is 450 mT or greater (measuring magnetic field: 1194 A/m), the minimum of core loss 1200 kW/m³ or less (measuring conditions: 100 kHz, 200 mT), the bottom temperature being the temperature at which the core loss exhibits the minimum value 60 to 130°C and the initial permeability at room temperature 700 or higher.

[続葉有]

WO 2004/028997 A1



(74) 代理人: 大場 充 (OBA, Mitsuru); 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1丁目4番3号 KMビル8階 大場国際特許事務所 Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, NL).

(57) 要約:

Fe_2O_3 : 62 ~ 68 mol %、 ZnO : 12 ~ 20 mol %であるMnZnフェライト焼結体に、主成分としてNiO及び／又は $\text{LiO}_{0.5}$ を含有させる。または、 Fe_2O_3 : 62 ~ 68 mol %、 ZnO : 12 ~ 23 mol %であるMnZnフェライト焼結体に、副成分としてSi及びCaを含有させる。

この焼結体によれば、100℃における飽和磁束密度が450 mT以上（測定磁界: 1194 A/m）、コア損失の最小値が1200 kW/m³以下（測定条件: 100 kHz、200 mT）、コア損失が最小値を示す温度であるボトム温度が60 ~ 130℃、かつ室温における初透磁率が700以上の特性を得ることができる。

明 細 書

フェライト材料

5 技術分野

本発明は、トランス、リアクタ、チョークコイル等の電子部品に好適に用いられるフェライト材料に関する。

背景技術

- 10 近年、電子機器の小型化、高出力化が進んでいる。それに伴い各種部品の高集積化、高速処理化が進み、電力を供給する電源ラインの大電流化が要求されている。

- また、高温下においても所定の性能を保つ電源ラインが要求されている。これは、電源ラインが、部品（例えばCPU）などからの発熱にさらされる場合
15 があるためである。また、電源ラインは、自動車用電子回路のように使用環境温度の高い条件においても、所定の性能を保つ必要がある。

したがって、電源ラインに用いられるトランスやリアクタにも、高温下において大電流で利用できるものが求められる

- これらトランスやリアクタに使用される材料としては、軟磁性金属材料とフェ
20 ライト材料がある。さらにフェライト材料は、MnZn系フェライトとNi系フェライトに分類される。

- 軟磁性金属材料はフェライトに比べて飽和磁束密度が高いため、より大きな電流を流しても磁気飽和をおこさない。しかしながら、軟磁性金属材料は、一般的に損失が高い、値段が高い、比重が高い、防錆性に劣るといった問題がある。
25 る。

一方、フェライトはコストパフォーマンスに優れ、数10kHzから数100kHzの周波数帯域において損失が低いという利点がある。また、MnZn系フェライトは、Ni系フェライトよりも飽和磁束密度が高い。このため、大

電流用のトランスおよびチョークコイル（以下、両者を総称して、「トランス等」ということがある）には、Mn Zn系フェライトが一般的に使用されている。しかしながら、近年、より高温域、具体的には100℃近傍で使用される場合にも、高い飽和磁束密度を示すフェライト材料が求められている。上述のよう
5 うに、Mn Zn系フェライトはNi系フェライトよりも高い飽和磁束密度を示すものの、100℃近傍の高温域（以下、単に「高温域」ということがある）では飽和磁束密度が不十分であった。

そこで、高温域における飽和磁束密度を向上するために、様々な検討が行われている。例えば、特開2000-159523号公報には、酸化鉄の含有量
10 が60～75mol%、酸化亜鉛の含有量が0～20mol%（但し、0を含まず）および残部が酸化マンガンからなるフェライト焼結体が開示されている。このフェライト焼結体は、100℃での飽和磁束密度が450mT以上であり、かつ50kHz、150mTでの測定条件において、コア損失の最小値が1500kW/m³以下である。

一方で、Mn Zn系フェライトの損失を低下するためにも、様々な提案がなされている（特公昭63-59241号公報、特開平6-310321号公報、特開平11-3813号公報等参照）。例えば、特公昭63-59241号公報
15 には、酸化マンガンの含有量が13～50mol%、酸化亜鉛の含有量が0～20mol%（但し、0を含まず）、酸化ニッケル、酸化マグネシウム、酸化リチウムのうち少なくとも一種を0～26mol%、残部が酸化鉄45mol%
20 以上からなる基本組成を有する500G以上の磁界中にて高温下駆動されるフェライト磁心が開示されている。

特開2000-159523号公報に開示されたフェライト焼結体は、Mn Zn系フェライトの鉄量を増加することにより、高温域でも高い飽和磁束密度を得ている。しかしながら、このフェライト焼結体の損失値は、未だ高いレ
25 ベルにある。

特開2000-159523号公報には、損失値が最小を示す温度（本明細書中でボトム温度という）が20℃近傍にある、比較的損失が低い材料が開示

されている。しかしながら、この材料は、一般的なトランス、リアクタ用コアが使用される温度帯域である $60 \sim 130^{\circ}\text{C}$ では、損失の温度依存性が正の傾きになる。このため、この材料は、自己発熱による熱暴走の危険性を含んでいる。

- 5 前述した特公昭 63-59241 号公報に開示されたフェライト磁心は、 150°C 以上の温度域での低損失化を図っている。しかしながら、特公昭 63-59241 号公報では、低損失化に対する検討にとどまり、飽和磁束密度を向上させるための検討はなされていない。また、特公昭 63-59241 号公報
- 10 一般なトランス等が使用される温度帯域 ($60 \sim 130^{\circ}\text{C}$) では、初透磁率が劣化してしまうとともに、損失も増大してしまう。特開平 6-310321 号公報、特開平 11-3813 号公報に開示されたフェライト材料も、高温域における飽和磁束密度と低損失に関する特性とを兼備することができなかった。

- 本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、 100°C 近傍
- 15 の高温域における飽和磁束密度が高く、かつ損失が低いフェライト材料の提供を課題とする。さらに本発明は、ボトム温度が一般的なトランス等が使用される温度帯域 ($60 \sim 130^{\circ}\text{C}$) の範囲にあるフェライト材料の提供を課題とする。

20 発明の開示

- 本発明者は、フェライト材料を構成する成分およびその量を選択することにより、高温域における飽和磁束密度が高く、かつ低損失のフェライト材料を得ることに成功した。このフェライト材料は、 Fe_2O_3 : $62 \sim 68 \text{ mol } \%$ 、 ZnO : $12 \sim 20 \text{ mol } \%$ 、 NiO : $0.2 \sim 5 \text{ mol } \%$ 、残部実質的に MnO を主成分とする焼結体からなり、 100°C における飽和磁束密度が 450 mT 以上 (測定磁界 : 1194 A/m)、かつコア損失の最小値が 1200 kW/m^3 以下 (測定条件 : 100 kHz 、 200 mT) であることを特徴としている。
- 25

また、本発明者は、フェライト材料を構成する成分として、所定量のLiを含有させることにより、高温域における飽和磁束密度が向上することを知見した。すなわち、本発明は、 Fe_2O_3 : 62～68mol%、 ZnO : 12～20mol%、 $\text{LiO}_{0.5}$: 4mol%未満（但し、0を含まず）、残部実質的にMnOを主成分とする焼結体からなることを特徴とするフェライト材料を提供する。本発明者の検討によると、Liを含有させることで、室温における飽和磁束密度は低下する。ところが、驚くべきことに、本発明が推奨する範囲内のLiの含有は、高温域における飽和磁束密度を向上させるのである。なお、Li酸化物は、 Li_2O と表記されるが、Li換算にて組成を計算するために、本発明ではLi酸化物を「 $\text{LiO}_{0.5}$ 」と表記する。

本発明のMnZnLi系フェライト材料において、焼結体中の $\text{LiO}_{0.5}$ 量が0.2～3mol%であることが望ましい。 $\text{LiO}_{0.5}$ 量を0.2～3mol%の範囲とすることで、高温域における飽和磁束密度をより一層向上させることができる。

さらに、本発明は、フェライト材料を構成する成分として、所定量のNiおよびLiをともに含有したことを特徴とするMnZnNiLi系フェライト材料も提供する。このMnZnNiLi系フェライト材料は、 Fe_2O_3 : 62～68mol%、 ZnO : 12～20mol%、 NiO : 5mol%以下（但し、0を含まず）、 $\text{LiO}_{0.5}$: 4mol%未満（但し、0を含まず）、残部実質的にMnOを主成分とする焼結体からなる。本発明者の検討によると、NiおよびLiを複合して含有させることで、コア損失の増加を抑制しつつ、飽和磁束密度を向上させることができる。

以上の本発明のフェライト材料において、第1副成分として、Siを SiO_2 換算で250ppm以下（但し、0を含まず）およびCaを CaCO_3 換算で2500ppm以下（但し、0を含まず）を含むことが望ましい。この第1副成分の含有は、本発明のMnZnNi系フェライト材料、MnZnLi系フェライト材料、MnZnNiLi系フェライト材料のいずれに対しても有効である。

以上では、本発明のうち、主成分にNiまたは／およびLiを含むMnZn

Ni系フェライト材料、MnZnLi系フェライト材料、MnZnNiLi系フェライト材料について示したが、上述した第1副成分の含有は、主成分にNiを含まないMnZn系フェライト材料においても有効である。すなわち、本発明は、 Fe_2O_3 : 62~68mol%、 ZnO : 12~23mol%、残部

5 実質的にMnOを主成分とする焼結体からなり、かつ、第1副成分として、Siを SiO_2 換算で80~250ppmおよびCaを CaCO_3 換算で800~2500ppmを含むとともに、100℃における飽和磁束密度が450mT以上（測定磁界: 1194A/m）、かつコア損失の最小値が1200kW/m³以下（測定条件: 100kHz、200mT）であることを特徴とするフェラ

10 イト材料を提供する。主成分の量を上記範囲内にとするとともに、SiおよびCaをフェライト材料に所定量含有させることで、主成分としてNiまたは/およびLiを含まない組成系においても、高温域における飽和磁束密度が高く、かつ低損失のフェライト材料を得ることができる。

ここで、第1副成分として、SiおよびCaを含有させる場合には、Si、

15 Caをそれぞれ SiO_2 換算、 CaCO_3 換算で $\text{SiO}_2/\text{CaCO}_3$ （重量比）が0.04~0.25になるように設定することが有効である。

上述した本発明のMnZnNi系フェライト材料、MnZnLi系フェライト材料、MnZnNiLi系フェライト材料、MnZn系フェライト材料（以下、MnZnNi系フェライト材料、MnZnLi系フェライト材料、MnZnNiLi系フェライト材料、MnZn系フェライト材料を特に区別する場合を除き、「本発明のフェライト材料」と総称する。）において、さらに、第2副成分として、 Nb_2O_5 : 400ppm以下（但し、0を含まず）、 ZrO_2 : 1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Ta_2O_5 : 1000ppm以下（但し、0を含まず）、 In_2O_5 : 1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Ga_2O_5 : 1000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種以上を含むことが望ましい。

20

25

さらにまた、本発明のフェライト材料において、第3副成分として、 SnO_2 : 10000ppm以下（但し、0を含まず）および TiO_2 : 10000ppm

以下（但し、0を含まず）の一種または二種を含むことができる。

ところで、フェライト材料において高い飽和磁束密度を得るためには、主組成中のFe量を増加させることが有効である。その一方で、Fe量の増加に伴い、焼結が進みにくくなる。よって、Fe-rich組成を選択した場合には、
5 焼成温度を上昇させる必要がある。ところが、焼成温度を上昇させると、Zn成分が蒸発してしまい、コア損失が大きくなってしまう。さらに、焼成温度を上昇させることは、使用エネルギーの増大、使用炉材のコスト上昇等を招き、工業的にデメリットとなりうる。こうしたデメリットを排除しつつ、高温域における飽和磁束密度が高く、かつ低損失のフェライト材料を得るため、本発明
10 者は様々な検討を行った。その結果、以下に述べる第4副成分が、低温焼成に有効に寄与することを知見した。すなわち、本発明のフェライト材料において、第4副成分として、P換算でのPの化合物：35ppm以下（但し、0を含まず）、 MoO_3 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 V_2O_5 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 GeO_2 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Bi_2O_3 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Sb_2O_3 ：3000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種以上を含むことが望ましい。これらの第4副成分を含有させることで、1350℃以下、さらには1300℃近傍という比較的低温での焼成が可能となる。詳しくは後述するが、第4副成分を本発明が推奨する範囲で含有させることによって、1350℃以下で焼成した場合にも、高温域における飽和磁束密度が高く、かつ低損失のフェ
20 エライト材料を得ることが可能となる。

以上の本発明のフェライト材料は、コア損失が最小値を示す温度であるボトム温度が60～130℃の範囲に存在する。つまり、本発明のフェライト材料は、一般的なトランス等が使用される温度帯域にボトム温度を設定することが
25 できる。

また、本発明によるフェライト材料は、100℃における飽和磁束密度が480mT以上（測定磁界：1194A/m）という特性を備えることができる。

さらに、本発明によるフェライト材料は、100℃における飽和磁束密度を

480 mT以上（測定磁界：1194 A/m）としつつ、コア損失の最小値を
1200 kW/m³以下（測定条件：100 kHz、200 mT）、さらには1
100 kW/m³以下（測定条件：100 kHz、200 mT）とすることがで
5 きる。このように、本発明のフェライト材料によれば、高温域における高飽和
磁束密度という特性と、低損失という特性を兼備することができる。

さらにまた、本発明によるフェライト材料は、93%以上という高い相対密
度を有し、しかも平均結晶粒径が5～30 μmという微細な結晶組織を有する
焼結体として提供される。

そして、本発明によるフェライト材料は100℃における飽和磁束密度が5
10 00 mT以上（測定磁界：1194 A/m）、コア損失の最小値が1000 kW
/m³以下（測定条件：100 kHz、200 mT）、コア損失が最小値を示す
温度であるボトム温度が80～120℃、室温での初透磁率が800以上とい
う従来にない特性を得ることもできる。

15 図面の簡単な説明

第1図は第1実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示
す図表、第2図は第2実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性
等を示す図表、第3図は第3実施例で作製したフェライトコアの組成および磁
気特性等を示す図表、第4図は第4実施例で作製したフェライトコアの組成お
20 よび磁気特性等を示す図表、第5図は第5実施例で作製したフェライトコアの
組成および磁気特性等を示す図表、第6図は第6実施例で作製したフェライト
コアの組成および磁気特性等を示す図表、第7図は第7実施例で作製したフェ
ライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第8図は第8実施例で作製し
たフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第9図は第9実施例で
25 作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第10図はLi
O_{0.5}量と100℃における飽和磁束密度との関係を示すグラフ、第11図は第
10実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第
12図は第11実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示

す図表、第 1 3 図は第 1 2 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、同じく第 1 4 図は第 1 2 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第 1 5 図は第 1 3 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第 1 6 図は第 1 4 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、第 1 7 図は第 1 5 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表、同じく第 1 8 図は第 1 5 実施例で作製したフェライトコアの組成および磁気特性等を示す図表である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態について説明する。

はじめに、本発明のフェライトを MnZnNi 系とする場合の組成の限定理由を説明する。

Fe_2O_3 の量を増加すると高温域における飽和磁束密度が向上する一方、コア損失が劣化する傾向にある。 Fe_2O_3 が 62 mol % より少ないと高温域における飽和磁束密度が低下する。一方、 Fe_2O_3 が 68 mol % を超えるとコア損失の増大が顕著となる。したがって、本発明では Fe_2O_3 を 62～68 mol % とする。この範囲では、 Fe_2O_3 量の増加に伴ってボトム温度は高温側へシフトする。望ましい Fe_2O_3 の量は 63～67 mol %、さらに望ましい Fe_2O_3 の量は 63～66 mol % である。

ZnO の量も飽和磁束密度およびコア損失に影響を与える。 ZnO が 12 mol % より少ないと飽和磁束密度が低下するとともに、損失が大きくなる。また、 ZnO が 20 mol % を超えても飽和磁束密度が低下するとともに、損失が大きくなる。したがって本発明では ZnO を 12～20 mol % とする。この範囲では、 ZnO 量の増加に伴ってボトム温度は高温側へシフトする。望ましい ZnO の量は 13～19 mol %、さらに望ましい ZnO の量は 14～18 mol % である。

NiOは、キュリー温度の上昇に伴い飽和磁束密度を向上させるのに有効である。その効果を享受するために、本発明のフェライト材料は、NiOを0.2mol%以上含有する。しかし、NiOの含有量が5mol%を超えると、損失が大きくなる。したがって本発明では、NiOの量を0.2～5mol%とする。望ましいNiOの量は0.5～4mol%、さらに望ましいNiOの量は2～4mol%である。

本発明のフェライト材料は主成分として、上記以外に実質的な残部としてMnOを含む。

以上、本発明のフェライトをMnZnNi系とする場合の組成の限定理由について述べた。以下に詳述する第1～第4副成分の添加は、MnZnNi系フェライトに限らず、MnZnLi系フェライト、MnZnNiLi系フェライト、主成分としてNiを含まないMnZn系フェライトの場合にも有効である。

本発明のフェライトを主成分としてNiを含まないMnZn系とする場合には、Fe₂O₃の量を62～68mol%、ZnOの量を12～23mol%、そして実質的な残部をMnOとするとともに、第1副成分としてSiをSiO₂換算で250ppm以下（但し、0を含まず）およびCaをCaCO₃換算で2500ppm以下（但し、0を含まず）の範囲で含むことが望ましい。第1副成分を含有させることで、Niを含まないMnZn系フェライトにおいても、コア損失の増加を抑制しつつ、飽和磁束密度を増加させることが可能となる。

MnZn系フェライトを主成分とする場合における望ましいFe₂O₃の量は62～67mol%、望ましいZnOの量は13～22mol%、さらに望ましいFe₂O₃の量は63～67mol%、さらに望ましいZnOの量は15～21mol%である。

本発明のフェライトをMnZnLi系とする場合には、Fe₂O₃の量を62～68mol%、ZnOの量を12～23mol%、LiO_{0.5}の量を4mol%未満（但し、0は含まず）、そして実質的な残部をMnOとする。LiO_{0.5}は、100℃における飽和磁束密度を向上させるのに有効である。但し、4mol%以上を超えて含有させると、損失が大きくなるとともに、100℃にお

ける飽和磁束密度が添加前と同等以下のレベルまで低下してしまう。望ましい $\text{LiO}_{0.5}$ の量は $0.2 \sim 3.5 \text{ mol } \%$ 、さらに望ましい $\text{LiO}_{0.5}$ の量は $0.5 \sim 3 \text{ mol } \%$ である。

本発明のフェライトを MnZnNiLi 系とする場合には、 Fe_2O_3 の量を
5 $62 \sim 68 \text{ mol } \%$ 、 ZnO の量を $12 \sim 23 \text{ mol } \%$ 、 NiO の量を $5 \text{ mol } \%$
 1% 以下（但し、 0 を含まず）、 $\text{LiO}_{0.5}$ の量を $4 \text{ mol } \%$ 未満（但し、 0 は
含まず）、そして実質的な残部を MnO とする。 NiO および $\text{LiO}_{0.5}$ の合計
量は、 $0.2 \sim 5 \text{ mol } \%$ とすることが望ましい。より望ましい NiO および
 $\text{LiO}_{0.5}$ の合計量は、 $0.5 \sim 4 \text{ mol } \%$ 、さらに望ましい NiO および Li
10 $\text{O}_{0.5}$ の合計量は、 $1 \sim 3 \text{ mol } \%$ である。

つぎに、副成分の限定理由について説明する。

本発明のフェライト材料は、第1副成分として Si を SiO_2 換算で 250 ppm
 ppm 以下（但し、 0 を含まず）および Ca を CaCO_3 換算で 2500 ppm 以
下（但し、 0 を含まず）の範囲で含むことができる。 Si および Ca は、結晶
15 粒界に偏析して高抵抗層を形成して低損失に寄与する。それに加え、 Si およ
び Ca は、焼結助剤として焼結密度を向上する効果を有する。 Si が SiO_2 換
算で 250 ppm を超え、あるいは Ca が CaCO_3 換算で 2500 ppm を超
えると、不連続異常粒成長が生じ、損失の劣化が大きい。そこで本発明では、
 Si を SiO_2 換算で 250 ppm 以下、 Ca を CaCO_3 換算で 2500 ppm
20 ppm 以下とする。一方、 Si が SiO_2 換算で 80 ppm 未満、あるいは Ca が C
 aCO_3 換算で 800 ppm 未満では上記効果を十分に得ることができないた
め、 Si は SiO_2 換算で 80 ppm 以上、 Ca は CaCO_3 換算で 800 ppm
 ppm 以上、含有させることが望ましい。さらに望ましい Si および Ca の含有量
は Si は SiO_2 換算で $80 \sim 200 \text{ ppm}$ 、 Ca は CaCO_3 換算で 1000
25 $\sim 1800 \text{ ppm}$ 、より望ましい Si および Ca の含有量は Si は SiO_2 換算
で $80 \sim 150 \text{ ppm}$ 、 Ca は CaCO_3 換算で $1200 \sim 1700 \text{ ppm}$ であ
る。

また、 Si と Ca を複合添加する場合には、 SiO_2 の含有量と CaCO_3 の

含有量との重量比 (SiO_2 の含有量/ CaCO_3 の含有量) が0.04~0.25、より望ましくは0.05~0.2の範囲になるように設定することが有効である。

本発明は第2副成分として、 Nb_2O_5 : 400 ppm以下 (但し、0を含まず)、 ZrO_2 : 1000 ppm以下 (但し、0を含まず)、 Ta_2O_5 : 1000 ppm以下 (但し、0を含まず)、 In_2O_5 : 1000 ppm以下 (但し、0を含まず)、 Ga_2O_5 : 1000 ppm以下 (但し、0を含まず) の一種または二種以上を含むことができる。これらの第2副成分を含有することによって、飽和磁束密度の向上および/または損失低減という効果を得ることができる。その効果を十分に享受するために、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 In_2O_5 、 Ga_2O_5 についての望ましい含有量は50 ppm以上である。さらに望ましい含有量は、 Nb_2O_5 : 80~300 ppm、 ZrO_2 : 200~800 ppm、 Ta_2O_5 : 200~800 ppm、 In_2O_5 : 200~800 ppm、 Ga_2O_5 : 200~800 ppmである。なお、第2副成分を複合して添加する場合、添加量の合計は1000 ppm以下とすることが望ましい。

本発明は第3副成分として、 SnO_2 : 10000 ppm以下 (但し、0を含まず) および TiO_2 : 10000 ppm以下 (但し、0を含まず) の一種または二種を含むことができる。 SnO_2 および TiO_2 は、結晶粒内および結晶粒界に存在し、損失低減の効果がある。但し、 SnO_2 および TiO_2 は、その含有量が10000 ppmを超えると、不連続異常粒成長を原因とする損失の劣化や飽和磁束密度の低下を招く。そのために本発明では、 SnO_2 の上限値および TiO_2 の上限値をそれぞれ10000 ppmとする。一方、上述した損失低減という効果を十分享受するためには、第3副成分を500 ppm以上含有させることが望ましい。さらに望ましい第3副成分の含有量は、 SnO_2 : 1000~8000 ppm、 TiO_2 : 1000~8000 ppmである。より望ましい第3副成分の含有量は、 SnO_2 : 1000~7000 ppm、 TiO_2 : 1000~7000 ppmである。なお、第3副成分を複合して添加する場合、添加量の合計は10000 ppm以下とすることが望ましい。

本発明は第4副成分として、P換算でのPの化合物：35ppm以下（但し、0を含まず）、 MoO_3 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 V_2O_5 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 GeO_2 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Bi_2O_3 ：1000ppm以下（但し、0を含まず）、 Sb_2O_3 ：3000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種以上を含むことができる。第4副成分は、焼結助剤として焼結密度を向上する効果を有するとともに、低温焼成に寄与する。具体的には、第4副成分を本発明が推奨する範囲内で含めることにより、1340℃以下、さらには約1300℃という比較的低温で焼成を行った場合にも、95%以上の相対密度、450mT以上の飽和磁束密度（測定磁界：1194A/m）、かつコア損失の最小値を1000kW/m³以下（測定条件：100kHz、200mT）とすることが可能となる。その効果を十分に享受するために、 MoO_3 、 V_2O_5 、 GeO_2 、 Bi_2O_3 、 Sb_2O_3 についての望ましい含有量は50ppm以上である。また、P換算でのPの化合物についての望ましい含有量は5ppm以上である。より望ましい含有量は、 MoO_3 、 V_2O_5 については700ppm以下、 GeO_2 、 Bi_2O_3 については500ppm以下、P換算でのPの化合物については25ppm以下、 Sb_2O_3 については2500ppm以下である。さらに望ましい含有量は、 MoO_3 ：100～600ppm、 V_2O_5 ：100～600ppm、 GeO_2 ：100～400ppm、 Bi_2O_3 ：100～400ppm、P換算でのPの化合物：5～20ppm、 Sb_2O_3 ：200～2000ppmである。なお、第4副成分を複合して添加する場合、添加量の合計は2500ppm以下とすることが望ましい。

本発明のフェライト材料は、上述した組成を適宜選択することにより、100℃における飽和磁束密度が450mT以上（測定磁界：1194A/m）、かつコア損失の最小値が1200kW/m³以下（測定条件：100kHz、200mT）という特性を得ることができる。さらには、100℃における飽和磁束密度が480mT以上（測定磁界：1194A/m）、かつコア損失の最小値が1100kW/m³以下（測定条件：100kHz、200mT）とすること

もできる。特に望ましい組成を選択することにより、 100°C における飽和磁束密度が 500 mT 以上（測定磁界： 1194 A/m ）、コア損失の最小値が 1000 kW/m^3 以下（測定条件： 100 kHz 、 200 mT ）という従来では得ることのできなかつた特性を得ることもできる。

- 5 本発明のフェライト材料は、以上の特性に加えて、ボトム温度を $60\sim130^{\circ}\text{C}$ 、さらには $80\sim120^{\circ}\text{C}$ の範囲に設定することができる。したがって、本発明のフェライト材料を用いたフェライト部品は、その実用的な使用温度帯域にボトム温度が存在することになる。しかも本発明のフェライト材料は、室温における初透磁率が 700 以上、さらには 800 以上という高い値を有して
- 10 いる。

次に、本発明によるフェライト材料にとって好適な製造方法を説明する。

- 主成分の原料としては、酸化物または加熱により酸化物となる化合物の粉末を用いる。具体的には、 Fe_2O_3 粉末、 Mn_3O_4 粉末および ZnO 粉末等を用いることができる。なお、主成分を MnZnNi 系とする場合（ MnZnNiLi 系とする場合も同様）には、さらに NiO 粉末等を用意する。主成分を MnZnLi 系とする場合（ MnZnNiLi 系とする場合も同様）には、さらに Li_2CO_3 粉末等を用意する。各原料粉末の平均粒径は $0.1\sim3.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で適宜選択すればよい。
- 15

- 主成分の原料粉末を湿式混合した後、仮焼きを行う。仮焼きの温度は、 $800\sim1000^{\circ}\text{C}$ の範囲内で選択すればよい。また仮焼き雰囲気は、 N_2 または大気とすればよい。仮焼きの安定時間は $0.5\sim5.0$ 時間の範囲内で適宜選択すればよい。仮焼き後、仮焼き体を例えば、平均粒径 $0.5\sim2.0\text{ }\mu\text{m}$ 程度まで粉砕する。なお、本発明では、上述の主成分の原料に限らず、2種以上の金属を含む複合酸化物の粉末を主成分の原料としてもよい。例えば、塩化鉄および塩化マンガンを含む水溶液を酸化培焼することにより、 Fe および Mn を含む複合酸化物の粉末が得られる。この複合酸化物の粉末と ZnO 粉末を混合して主成分原料としてもよい。このような場合には、仮焼きは不要である。
- 20
- 25

同様に副成分の原料として、酸化物または加熱により酸化物となる化合物の

粉末を用いることもできる。具体的には、 SiO_2 、 CaCO_3 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 In_2O_5 、 Ga_2O_5 、 SnO_2 、 TiO_2 、 MoO_3 、 V_2O_5 、 GeO_2 、 Bi_2O_3 、 Sb_2O_3 等を用いることができる。また、第4副成分としてP化合物を選択する場合には、加熱によりP化合物が得られる粉末、例えば
5 $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ 等を用いることができる。これら副成分の原料粉末は、仮焼き後に粉砕された主成分の粉末と混合される。但し、副成分の原料粉末と主成分の原料粉末とを混合した後に、その混合粉末を仮焼きすることもできる。

主成分および副成分からなる混合粉末は、後の成形工程を円滑に実行するために顆粒に造粒される。造粒は例えばスプレードライヤを用いて行うことができる。
10 混合粉末に適当な結合材、例えばポリビニルアルコール(PVA)を少量添加し、これをスプレードライヤで噴霧、乾燥する。このようにして得られる顆粒は、その平均粒径が $80 \sim 200 \mu\text{m}$ 程度であることが望ましい。

得られた顆粒は、例えば所定形状の金型を有するプレスを用いて所望の形状に成形される。そして、次の焼成工程で、成形体は焼成される。

15 焼成工程においては、焼成温度と焼成雰囲気を制御する必要がある。

焼成温度は $1250 \sim 1450^\circ\text{C}$ の範囲から適宜選択することができる。但し、本発明のフェライト材料の効果を十分引き出すには、 $1300 \sim 1400^\circ\text{C}$ の範囲で成形体を焼成することが望ましい。

本発明によるフェライト材料は、93%以上、さらに望ましくは95%以上の
20 相対密度を得ることができる。

本発明によるフェライト材料は、平均結晶粒径は $5 \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲とすることが望ましい。平均結晶粒径が $5 \mu\text{m}$ より小さいと、ヒステリシス損失が大きくなる。一方、平均結晶粒径が $30 \mu\text{m}$ を超えるほど大きいと、渦電流損失が大きくなるからである。望ましい平均結晶粒径は、 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ である。

25

次に、具体的な実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明する。以下に示す第1実施例～第6実施例および第8実施例はMnZnNi系フェライトに関するものである。また、第7実施例はMnZn系フェライト、第9実施例～第12

実施例はMn Zn Li系フェライト、第13実施例～第15実施例はMn Zn Ni Li系フェライトに関するものである。

(第1実施例)

- 5 Mn Zn Ni系フェライトの望ましい組成を確認するために行った実験を、第1実施例として示す。

第1図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。

主成分の原料として、Fe₂O₃粉末、MnO粉末、ZnO粉末およびNiO粉末を用いた。これらの粉末を湿式混合した後、900℃で2時間仮焼した。

- 10 次に、主成分の原料の仮焼物と副成分の原料とを混合した。副成分の原料として、SiO₂粉末、CaCO₃粉末、Nb₂O₅粉末を用いた。主成分原料の仮焼物に副成分の原料を添加して、粉碎しながら混合した。粉碎は、仮焼物の平均粒径が約1.5 μmとなるまで行った。得られた混合物にバインダを加え、顆粒化した後、成形してトロイダル形状の成形体を得た。

- 15 得られた成形体を酸素分圧制御下において、温度1350℃(安定部5時間、安定部酸素分圧1%)で焼成することにより、フェライトコアを得た。

- また、このフェライトコアを用いて、100℃における飽和磁束密度(B_s、測定磁界：1194 A/m)、コア損失の最小値(P_{c v}、測定条件：100 kHz、200 mT)、初透磁率(μ_i、測定温度：25℃、測定周波数：100 kHz)を測定した。その結果を第1図に併せて示す。また、第1図中、従来例1～4は、特開2000-159523号公報に開示されたMn Zn系フェライト材料の特性等を示している。

- 第1図に示すように、本発明によるフェライト材料(試料No. 1～8)は、従来例1～4と同等の450 mT以上の飽和磁束密度を有している。その上、
25 本発明によるフェライト材料はコア損失が1000 kW/m³以下であり、従来例1～4と比較すると、コア損失が大幅に低減されていることがわかる。本発明によれば、500 mT以上の飽和磁束密度および900 kW/m³以下のコア損失を兼備することも可能である。さらには、500 mT以上の飽和磁束密度

および 800 kW/m^3 以下のコア損失を兼備することも可能である。

比較例 1、試料 No. 1、試料 No. 2、試料 No. 3 および比較例 2 は、この順に Fe_2O_3 が増加している。その中で、 Fe_2O_3 が 60.0 mol\% と本発明の範囲より少ない場合（比較例 1）、および 70.0 mol\% と本発明の
5 範囲より多い場合（比較例 2）に飽和磁束密度が低くかつコア損失が大きいことがわかる。

次に、比較例 3、試料 No. 4、試料 No. 5 および比較例 4 は、この順に ZnO が増加している。その中で、 ZnO が 10.0 mol\% と本発明の範囲より少ない場合（比較例 3）、および 21.0 mol\% と本発明の範囲より多い
10 場合（比較例 4）に飽和磁束密度が低くコア損失が大きいことがわかる。

以上の結果より、本発明を MnZnNi 系に適用する場合において、高い飽和磁束密度、かつ低いコア損失を確保するために、 Fe_2O_3 を $62 \sim 68 \text{ mol\%}$ の範囲、 ZnO を $12 \sim 20 \text{ mol\%}$ の範囲に設定することが重要であることがわかる。

15 試料 No. 6、試料 No. 7、試料 No. 8 および比較例 5 は、この順に NiO が増加している。本発明による試料および比較例を見ると、 NiO 量の変動により、コア損失や飽和磁束密度が変動することがわかる。

NiO 量が 2.0 mol\% の場合、 NiO 量が 4.0 mol\% の場合に、特に高い飽和磁束密度を示していること、 NiO 量が 6.0 mol\% である比較
20 例 5 のコア損失が 1300 kW/m^3 を超えることを考慮して、 NiO の添加量を設定する必要がある。 NiO の添加量は $2 \sim 4 \text{ mol\%}$ 近傍とすることが最も望ましい。

ボトム温度 (B. Temp.) に着目すると、本発明によるフェライト材料は、ボトム温度を $80 \sim 120^\circ\text{C}$ の範囲内に設定することができることがわかる。また、
25 初透磁率 (μ_i) についても、本発明による試料は、従来例と同等の値を得ていることがわかる。

(第 2 実施例)

Mn Zn Ni 系フェライトにおいて、第 1 副成分の望ましい添加量を確認するために行った実験を、第 2 実施例として示す。

第 1 実施例と同様の工程により、第 2 図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第 1 実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第 2 図に併せて示す。

第 2 図に示すように、第 1 副成分としての Si および Ca を所定量添加することによって、コア損失 (P_{cv}) を低減できることがわかる。但し、Si の場合には、その添加量が SiO_2 換算で 300 ppm になるとコア損失が大きくなる。一方、Ca の場合には、その添加量が $CaCO_3$ 換算で 3000 ppm の添加量になると、コア損失が大きくなる。

(第 3 実施例)

Mn Zn Ni 系フェライトにおいて、第 2 副成分または第 4 副成分の添加に伴う磁気特性等の変動を確認するために行った実験を、第 3 実施例として示す。

第 1 実施例と同様の工程により、第 3 図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第 1 実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第 3 図に併せて示す。

第 3 図に示すように、第 2 副成分 (Nb_2O_5 , ZrO_2 , Ta_2O_5 , In_2O_5 , Ga_2O_5) または第 4 副成分 (V_2O_5 , GeO_2) を添加しても、500 mT 近傍の飽和磁束密度 (B_s) を有していながら、1200 kW/m³ 以下のコア損失 (P_{cv}) が得られることがわかった。第 2 副成分の中では Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、第 4 副成分の中では GeO_2 が、コア損失を低減させる効果が大きい。その Nb_2O_5 について言えば、400 ppm を超える量の添加はかえってコア損失を増大させるので、400 ppm 以下の添加量とすることが望ましい。

(第 4 実施例)

Mn Zn Ni 系フェライトにおいて、第 3 副成分の添加に伴う磁気特性等の

変動を確認するために行った実験を、第4実施例として示す。

第1実施例と同様の工程により、第4図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第1実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第4図に併せて示す。

- 5 第4図に示すように、第3副成分として SnO_2 または TiO_2 を添加することにより、コア損失(P_{cv})を低減できることがわかる。但し、その添加量が多くなると飽和磁束密度(B_s)が低下する傾向にある。よって、第3副成分として SnO_2 または TiO_2 を添加する場合には、それぞれの添加量を10000ppm以下の量とすることが望まれる。

10

(第5実施例)

MnZnNi 系フェライトにおいて、焼成条件を変化させた場合の磁気特性等の変動を確認するために行った実験を、第5実施例として示す。

- 15 焼成温度と焼成時の酸素分圧を第5図に示す条件とする以外は第1実施例と同様の工程により、第5図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第1実施例と同様の条件で磁気特性等を測定した。その結果を第5図に併せて示す。

- 20 第5図に示すように、焼成温度が高くなるにつれて飽和磁束密度(B_s)は向上する傾向にある。その一方で、焼成温度が高くなるにつれて、コア損失(P_{cv})が高くなり、また初透磁率(μ_i)が低下する傾向にある。したがって、焼成温度は1380℃以下、より具体的には1300～1380℃の範囲で設定することが望ましい。

- 25 試料No. 35～37、試料No. 40～43については、相対密度を測定した。また、試料No. 35、試料No. 40～43については、平均結晶粒径も測定した。その結果を第5図に併せて示す。試料No. 35～37、試料No. 40～43で得られたフェライトコアは、いずれも相対密度が95%以上であった。また、試料No. 35、試料No. 40～43で得られたフェライトコアは、平均結晶粒径が10～25 μm の範囲にあった。

また、試料No. 36～39の結果から、第4副成分としての MoO_3 、Pは、
1300℃という比較的低温の焼成温度であっても、高い飽和磁束密度を得る
ことができる有効な添加物であることがわかる。よって、 MoO_3 、P等の第4
副成分を所定量添加した場合には、焼成温度を1340℃以下、さらには12
5 80～1330℃程度に設定することができると推察される。なお、試料No.
38、39以外の試料も不純物としてPを7ppm程度含んでいる。

(第6実施例)

MnZnNi系フェライトにおいて、第4副成分を添加して低温焼成を行っ
10 た場合の磁気特性等の変動を確認するために行った実験を、第6実施例として
示す。

焼成温度を1300℃、焼成時の酸素分圧を0.5%とし、かつ第4副成分
を添加した以外は第1実施例と同様の工程により、第6図に示す組成を有する
フェライトコアを作製した。また、第1実施例と同様の条件で磁気特性等を測
15 定した。その結果を第6図に併せて示す。なお、Pを除く第4副成分は酸化物
として添加した。Pについてはリン酸カルシウムとして添加した。第6図中、
PについてはP換算での添加量を示している。また、焼成温度を1300℃と
するが第4副成分を添加していないフェライトコア(試料No. 35)の特性、
第4副成分としての MoO_3 を添加したフェライトコア(試料No. 36、37)
20 の特性も、比較の便宜のために第6図に併せて示す。なお、試料No. 44～
57の焼成時間はいずれも5時間である。

第6図に示すように、第4副成分を添加することによって、飽和磁束密度(B_s)
が向上した。しかも、第4副成分を添加した試料No. 36、37、44
～57は、いずれも1000kW/m³以下のコア損失(P_{cv})を得ている。
25 よって、第4副成分の添加は、コア損失(P_{cv})の上昇を抑えつつ、飽和磁
束密度(B_s)を向上させる上で有効であるといえる。

また、ボトム温度(B.Temp.)に着目すると、本発明によるフェライト材料は、
ボトム温度を80～120℃の範囲内に設定することができるとわかる。

さらに、初透磁率 (μ_i) についても、本発明によるフェライト材料は、従来例と同等の値を得ていることがわかる。また、本発明によるフェライト材料は、いずれも 95% 以上の相対密度を示した。

5 以上の結果から、第 4 副成分を添加することによって、焼成温度が 1300℃ の場合であっても、490 mT 以上の飽和磁束密度 (B_s) および 1000 k W/m³ 以下のコア損失 (P_{cv}) を達成することができることがわかった。また、ボトム温度については 80~120℃ の範囲内、さらには 90~100℃ の範囲内に設定することができることも確認できた。

10 (第 7 実施例)

Ni を主成分として含有しない Mn Zn 系フェライトにおいても、第 4 副成分の添加が有効であることを確認するために行った実験を、第 7 実施例として示す。

15 主成分の原料として NiO 粉末を用いず、かつ第 4 副成分を添加した以外は第 1 実施例と同様の工程により、第 7 図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第 1 実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第 7 図に併せて示す。なお、試料 No. 58~61 の焼成時間、焼成時の酸素分圧も、第 7 図に併せて示す。

20 第 7 図に示すように、試料 No. 58 と試料 No. 59 は、試料 No. 59 が第 4 副成分としての MoO_3 を添加されたものであることを除き、同一の条件で作製されたものである。試料 No. 58 と試料 No. 59 を比較すると、 MoO_3 を添加した試料 No. 59 の方が高い相対密度および飽和磁束密度 (B_s) を示している。よって、Ni を主成分として含有しない場合においても、第 4 副成分としての MoO_3 を添加することにより、相対密度および飽和磁束密度
25 (B_s) が向上することがわかった。

ここで、ともに MoO_3 を 100 ppm 添加されたものであるが、その焼成温度が相違する試料 No. 59 (焼成温度: 1350℃) と試料 No. 61 (焼成温度: 1300℃) を比較すると、試料 No. 61 は 511 mT という高い

飽和磁束密度 (B_s) を示しつつ、試料 No. 59 よりも低いコア損失 (P_{cv}) を示した。よって、Ni の有無に拘わらず、第 4 副成分の添加は、1300℃という比較的低温での焼成を可能にする上で有効であることが確認された。

- 5 以上説明の通り、Ni を主成分として含有しない場合においても、第 4 副成分の添加が飽和磁束密度 (B_s) の向上および低温焼成に寄与することがわかった。また、Ni を主成分として含有しない場合においても、ボトム温度を 100～110℃の範囲内に設定することができることがわかった。

(第 8 実施例)

- 10 MnZnNi 系フェライトにおいて、焼成時の酸素分圧と磁気特性等の関係を確認するために行った実験を、第 8 実施例として示す。

- 焼成温度および焼成時の酸素分圧を第 8 図に示す条件とする以外は第 1 実施例と同様の工程により、第 8 図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第 1 実施例と同様の条件で磁気特性等を測定した。その結果を第 8 図に
15 併せて示す。

第 8 図において、試料 No. 62～66 を見ると、焼成時の酸素分圧が変動するとコア損失 (P_{cv}) が変動する。そして、より低いコア損失を得たい場合には、焼成時の酸素分圧を 1%以上にすることが望ましいことがわかる。

20 (第 9 実施例)

MnZnLi 系フェライトにおける、望ましい Li 量を確認するために行った実験を、第 9 実施例として示す。

- 主成分の原料として、NiO 粉末を用いずに Li_2CO_3 粉末を用いた以外は、第 1 実施例と同様の工程により、第 9 図に示す組成を有するフェライトコア (試料 No. 67、68、比較例 9) を作製した。なお、比較例 10 は、主成分の
25 原料として Li_2CO_3 粉末を用いなかった点を除けば、試料 No. 67、68、比較例 9 と同様の条件で作製されている。

これらのフェライトコアを用いて、室温および 100℃における飽和磁束密

度 (B_s , 測定磁界: 1194 A/m)、コア損失の最小値 (P_{cv} , 測定条件: 100 kHz 、 200 mT)、ボトム温度 (B.Temp.)、初透磁率 (μ_i , 測定温度: 25°C 、測定周波数: 100 kHz) を測定した。その結果を第9図に併せて示す。また、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量と 100°C における飽和磁束密度との関係を第10図に示す。

まず、 100°C における飽和磁束密度に着目する。

第9図および第10図に示すように、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量 (以下、単に「 Li 量」という場合がある) が増加するにつれて、 100°C における飽和磁束密度が徐々に向上し、 Li 量が $1 \text{ mol}\%$ 以上になると、 500 mT 以上の飽和磁束密度を示す。但し、 Li 量 $1 \sim 2 \text{ mol}\%$ をピークとして、飽和磁束密度は徐々に低下し、 Li 量が $4 \text{ mol}\%$ になると、 Li 含有なしの場合と同じ値を示す。

以上の結果から、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量を $4 \text{ mol}\%$ 未満の範囲内で含有させることで、 100°C における飽和磁束密度を 490 mT 以上、さらには 500 mT 以上とすることができることが確認された。望ましい $\text{LiO}_{0.5}$ 量は $0.2 \sim 3.5 \text{ mol}\%$ 、さらに望ましい $\text{LiO}_{0.5}$ 量は $0.5 \sim 3 \text{ mol}\%$ である。

ここで、第9図には、 100°C における飽和磁束密度とともに、室温における飽和磁束密度も示している。

第9図に示すように、室温では、 Li 含有なしの場合が最も高い飽和磁束密度を示し、 Li 量が増加するにつれて飽和磁束密度が徐々に低下する。つまり、 Li の含有に伴う、室温における飽和磁束密度の変動は、上述した 100°C における場合と異なる傾向を示す。

室温における飽和磁束密度と、 100°C における飽和磁束密度の比較から、所定量の Li 含有による飽和磁束密度の向上という効果は、高温域で得られる特異な効果であることが確認された。

次に、第9図のコア損失の最小値 (P_{cv}) およびボトム温度 (B.Temp.) に着目する。

第9図に示すように、 Li の含有により、ボトム温度が高温側にシフトする。そして、 Li を所定量含有する本発明によるフェライト材料によれば、ボトム

温度を80～120℃の範囲内に設定することができること、その温度範囲におけるコア損失の最小値を1200 kW/m³以下にすることができることが確認された。

Liを含有しない場合には、ボトム温度が40℃と低い。一方、Li量が4
5 mol%になると、ボトム温度を80～120℃の範囲内に設定することは可能であるが、コア損失が1800 kW/m³以上と大きくなってしまう。

第9図の初透磁率(μ_i)に着目すると、本発明による試料No. 67、68は、700以上という高い初透磁率を得ていることがわかる。

以上の結果から、フェライト焼結体にLiO_{0.5}を4mol%未満の範囲内で
10 含有させることで、100℃における飽和磁束密度を向上させることができることがわかった。また、所定量のLiの含有は、ボトム温度を80～120℃の範囲内に設定すること、およびこの温度範囲におけるコア損失の最小値を1200 kW/m³以下とする上でも有効であることがわかった。

15 (第10実施例)

MnZnLi系フェライトの望ましい組成を確認するために行った実験を、第10実施例として示す。

第9実施例と同様の工程により、第11図に示す組成を有するフェライトコアを作製するとともに、第9実施例と同様に特性等を測定した。その結果を第
20 11図に併せて示す。

また、第11図中、従来例1～4は、特開2000-159523号公報に開示されたMnZn系フェライト材料の特性等を示している。

第11図に示すように、本発明によるフェライト材料は、いずれもボトム温度を80～120℃の範囲内に設定することが可能であるとともに、従来例1
25 ～3よりも高い480 mT以上の飽和磁束密度を有している。その上、本発明によるフェライト材料は、コア損失が1200 kW/m³以下となっており、従来例と比べて、コア損失が低減されていることがわかる。

従来例4は503 mTという高い飽和磁束密度を得ているものの、コア損失

が 1800 kW/m^3 以上と大きく、また初透磁率も 500 未満の値を示す。これに対し、本発明によるフェライト材料によれば、 480 mT 以上の飽和磁束密度および 1200 kW/m^3 以下のコア損失、 600 以上の初透磁率を兼備することが可能である。

- 5 比較例 11, 試料 No. 69, 試料 No. 68, 試料 No. 70 および比較例 12 は、この順に Fe_2O_3 が増加している。その中で、 Fe_2O_3 が 60.0 mol\% と本発明の範囲より少ない場合、および 70.0 mol\% と本発明の範囲より多い場合に飽和磁束密度が低くかつコア損失が大きいことがわかる。

- 次に、比較例 13, 試料 No. 71, 試料 No. 72 および比較例 14 は、
10 この順に ZnO が増加している。その中で、 ZnO が 11.0 mol\% と本発明の範囲より少ない場合に、コア損失が大きいことがわかる。一方、 ZnO が 21.0 mol\% と本発明の範囲より多い場合には、ボトム温度を $80 \sim 120^\circ\text{C}$ の範囲内に設定することができない。

- 以上の結果より、ボトム温度を $80 \sim 120^\circ\text{C}$ の範囲内に設定しつつ、高い
15 飽和磁束密度および低いコア損失という効果を享受するためには、 Fe_2O_3 を $62 \sim 68 \text{ mol\%}$ の範囲、 ZnO を $12 \sim 20 \text{ mol\%}$ の範囲に設定することが重要であることが確認された。また、初透磁率 (μ_i) についても、本発明による試料はいずれも 700 以上という高い値を示す。

20 (第 11 実施例)

MnZnLi 系フェライトにおいて、第 1 副成分の望ましい添加量を確認するために行った実験を、第 11 実施例として示す。

- 第 9 実施例と同様の工程により、第 12 図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第 9 実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。そ
25 の結果を第 12 図に併せて示す。

第 12 図において、試料 No. 73 ~ 75 を見ると、第 1 副成分としての Si および Ca の添加量の変動に伴い、飽和磁束密度、コア損失および初透磁率
が変動する。試料 No. 73 と試料 No. 74 を比較すると、 Si は、飽和磁

束密度を向上させる上で有効であるといえる。また、試料No. 73と試料No. 75の特性を比較すると、SiおよびCaの添加量がいずれも試料No. 75よりも少ない試料No. 73の方が、高い飽和磁束密度および低いコア損失を示すことから、SiおよびCaを複合添加する場合にも適切な添加量があると推察される。

(第12実施例)

MnZnLi系フェライトにおいて、第2副成分、第3副成分および第4副成分の添加に伴う磁気特性等の変動を確認するために行った実験を、第12実施例として示す。第9実施例と同様の工程により、第13図および第14図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第9実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第13図および第14図に併せて示す。

第13図に示すように、第2副成分(Nb_2O_5 , ZrO_2 , Ta_2O_5 , In_2O_5 , Ga_2O_5)、第3副成分(SnO_2 , TiO_2)または第4副成分(GeO_2 , V_2O_5)を添加しても、480mT以上の飽和磁束密度(B_s)および1200kW/m³以下のコア損失(P_{cv})を兼備している。

また、第14図に示すように、第4副成分を添加した試料No. 86~91はいずれも1300℃という比較的低温な焼成温度においても、95%以上の相対密度、490mT以上の飽和磁束密度(B_s)および1100kW/m³以下のコア損失(P_{cv})を達成している。

さらに、第13図および第14図に示すように、第4副成分を添加した場合にも、ボトム温度(B.Temp.)を所望の温度範囲内(60~130℃)に設定することができる。

(第13実施例)

MnZnNiLi系フェライトの望ましい組成を確認するために行った実験を、第13実施例として示す。

主成分の原料として、さらに Li_2CO_3 粉末を用いた以外は、第1実施例と

同様の工程により、第15図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。
また、第1実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第15
図に併せて示す。なお、比較の便宜のために、第15図中には、従来例1～4
として特開2000-159523号公報に開示されたMnZn系フェライト
5 材料の特性等を、従来例5、6として特公昭63-59241号公報に開示さ
れたMnZn系フェライト材料の特性等を示している。

第15図に示すように、本発明によるフェライト材料は、いずれもボトム温
度を80～120℃の範囲内に設定することが可能である。その上、本発明に
よるフェライト材料は、コア損失を1300kW/m³以下と、従来例よりも低
10 い値とすることができる。さらに、本発明によるフェライト材料は、480m
T以上という高い飽和磁束密度と600以上の初透磁率を兼備することが可能
である。

比較例15、試料No. 92、試料No. 93および比較例16は、この順
にFe₂O₃が増加している。その中で、Fe₂O₃が60.0mol%と本発明
15 の範囲より少ない場合、および70.0mol%と本発明の範囲より多い場合
には、480mT以上の高い飽和磁束密度が得ることができず、かつコア損失
が大きいことがわかる。

次に、比較例17、試料No. 94、試料No. 95および比較例18は、
この順にZnOが増加している。その中で、ZnOが10.0mol%と本発
20 明の範囲より少ない場合に、コア損失が大きいことがわかる。一方、ZnOが
21.0mol%と本発明の範囲より多い場合には、ボトム温度を80～12
0℃の範囲内に設定することができない。

試料No. 93、試料No. 96および比較例19は、この順にNiOが増
加している。これらの特性に着目すると、NiO量の変動により、コア損失や
25 飽和磁束密度が変動することがわかる。また、NiO量の増加に伴い、ボトム
温度が高温側にシフトすることがわかる。

NiO量が0.5mol%の試料No. 93、NiO量が4.0mol%の
試料No. 96が、特に高い飽和磁束密度を示していること、NiO量が6.

0 mol %の比較例 19 のコア損失が 1300 kW/m^3 を超えることを考慮して、NiO の含有量を設定する必要がある。NiO の含有量は 0.2 ~ 5 mol %、さらには 2 ~ 4 mol % 近傍とすることが最も望ましい。

試料 No. 93, 試料 No. 97 および比較例 20 は、この順に $\text{LiO}_{0.5}$ 量が增加している。これらの特性に着目すると $\text{LiO}_{0.5}$ 量の変動により、飽和磁束密度やコア損失およびボトム温度が変動することがわかる。

まず、ボトム温度に着目すると、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量の増加に伴い、ボトム温度が高温側にシフトすることがわかる。 $\text{LiO}_{0.5}$ 量が 4.0 mol % の比較例 20 は、ボトム温度を所望の範囲内 ($60 \sim 130^\circ\text{C}$) に設定することができない。また比較例 20 は、コア損失が 1600 kW/m^3 以上と大きいことを考慮して、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量は 4 mol % 未満とする。

一方、 $\text{LiO}_{0.5}$ 量が 0.5 mol % の試料 No. 93 および $\text{LiO}_{0.5}$ 量が 2.0 mol % の試料 No. 97 によれば、ボトム温度を $80 \sim 100^\circ\text{C}$ と、所望の範囲内とすることができる。しかも、試料 No. 93 および試料 No. 97 はいずれもコア損失を 1200 kW/m^3 以下としつつ、500 mT 以上という高い飽和磁束密度を得ている。よって、 $\text{LiO}_{0.5}$ の含有量は 4 mol % 未満、さらには 0.2 ~ 3 mol % 程度とすることが望ましい。

以上の結果より、ボトム温度を $60 \sim 130^\circ\text{C}$ 、さらには $80 \sim 120^\circ\text{C}$ の範囲内に設定しつつ、高い飽和磁束密度および低いコア損失という効果を享受するためには、 Fe_2O_3 を 62 ~ 68 mol % の範囲、ZnO を 12 ~ 20 mol % の範囲、NiO を 5 mol % 以下 (但し、0 を含まず)、 $\text{LiO}_{0.5}$ を 4 mol % 未満 (但し、0 を含まず) の範囲に設定することが重要であることが確認された。また、初透磁率 (μ_i) についても、本発明による試料はいずれも 700 以上という高い値を示す。

ここで、第 15 図には、従来例 5 として、主組成に Ni を含有する MnZnNi 系フェライト材料のボトム温度を示している。また、従来例 6 として、主組成に Li を含有する MnZnLi 系フェライト材料のボトム温度を示している。NiO を 5 mol % 以下 (但し、0 を含まず) および $\text{LiO}_{0.5}$ を 4 mol %

未満（但し、0を含まず）の範囲内で含有する本発明の試料No. 92～97では、ボトム温度を80～120℃の範囲内に設定することができたのに対し、従来例5、6はいずれもボトム温度が240℃以上と高く、本発明が所望としている範囲内（60～130℃）にボトム温度を設定することができていない。

- 5 このことから、主組成を構成する成分の選択のみならず、その組合せ、および各成分の含有量がボトム温度等の特性を大きく左右していることがわかる。

（第14実施例）

- 10 MnZnNiLi系フェライトにおいて、第1副成分の望ましい添加量を確認するために行った実験を、第14実施例として示す。

第13実施例と同様の工程により、第16図に示す組成を有するフェライトコアを作製するとともに、第13実施例と同様に特性等を測定した。その結果を第16図に併せて示す。

- 15 第16図から、第1副成分としてのSiおよびCaの添加量の変動に伴い、飽和磁束密度、コア損失および初透磁率変動することがわかる。そして、SiおよびCaの添加量を適切な範囲とすることにより、コア損失を1200kW/m³以下としつつ、500mT以上という高い飽和磁束密度を得ることができる。

20 （第15実施例）

MnZnNiLi系フェライトにおいて、第2副成分、第3副成分および第4副成分の添加に伴う磁気特性等の変動を確認するために行った実験を、第15実施例として示す。

- 25 第13実施例と同様の工程により、第17図および第18図に示す組成を有するフェライトコアを作製した。また、第13実施例と同様の条件で、磁気特性等を測定した。その結果を第17図および第18図に併せて示す。

第17図に示すように、第2副成分（Nb₂O₅、ZrO₂、Ta₂O₅、In₂O₅、Ga₂O₅）、第3副成分（SnO₂、TiO₂）または第4副成分（GeO

2, V_2O_5) を添加しても、490 mT 以上の飽和磁束密度および 1300 kW/m³ 以下のコア損失 (P_{cv}) を兼備している。

また、第18図に示すように、第4副成分を添加した試料 No. 111 ~ 116 はいずれも 1300℃ という比較的低温な焼成温度においても、95% 以上の
5 の相対密度、490 mT 以上の飽和磁束密度 (B_s) および 1200 kW/m³ 以下のコア損失 (P_{cv}) を達成している。

さらに、第17図および第18図に示すように、第4副成分を添加した場合にも、ボトム温度 (B.Temp.) を所望の温度範囲内 (60 ~ 130℃) に設定することができる。

10

産業上の利用可能性

以上詳述したように、本発明によれば、100℃ 近傍の高温域における飽和磁束密度が高く、かつ損失が低いフェライト材料の提供を得ることができる。

さらに本発明によれば、一般的なトランス等が使用される温度帯域 (60 ~ 1
15 30℃) にボトム温度が設定可能であり、かつその温度帯域における飽和磁束密度が高く、かつ損失が低いフェライト材料を得ることができる。

請 求 の 範 囲

1. Fe_2O_3 : 62~68mol%、 ZnO : 12~20mol%、 NiO :
0.2~5mol%、残部実質的に MnO を主成分とする焼結体からなり、
5 100℃における飽和磁束密度が450mT以上（測定磁界：1194A/m）、かつコア損失の最小値が1200kW/m³以下（測定条件：100kHz、200mT）であることを特徴とするフェライト材料。
2. Fe_2O_3 : 62~68mol%、 ZnO : 12~20mol%、 $\text{LiO}_{0.5}$:
10 5 : 4mol%未満（但し、0を含まず）、残部実質的に MnO を主成分とする
焼結体からなることを特徴とするフェライト材料。
3. 前記焼結体中の $\text{LiO}_{0.5}$ 量が0.2~3mol%であることを特徴とする
請求項2に記載のフェライト材料。
15
4. Fe_2O_3 : 62~68mol%、 ZnO : 12~20mol%、 NiO :
5mol%以下（但し、0を含まず）、 $\text{LiO}_{0.5}$: 4mol%未満（但し、0
を含まず）、残部実質的に MnO を主成分とする焼結体からなることを特徴とす
るフェライト材料。
20
5. 第1副成分として、 Si を SiO_2 換算で250ppm以下（但し、0を含
まず）および Ca を CaCO_3 換算で2500ppm以下（但し、0を含まず）
含むことを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載のフェライト材料。
- 25 6. Fe_2O_3 : 62~68mol%、 ZnO : 12~23mol%、残部実質
的に MnO を主成分とする焼結体からなり、かつ、
第1副成分として、 Si を SiO_2 換算で80~250ppmおよび Ca を CaCO_3 換算で800~2500ppm含むとともに、

100℃における飽和磁束密度が450mT以上（測定磁界：1194A/m）、かつコア損失の最小値が1200kW/m³以下（測定条件：100kHz、200mT）であることを特徴とするフェライト材料。

- 5 7. 前記SiO₂の含有量と前記CaCO₃の含有量との重量比（SiO₂の含有量/CaCO₃の含有量）が0.04～0.25であることを特徴とする請求項5または6に記載のフェライト材料。

- 10 8. 第2副成分として、Nb₂O₅：400ppm以下（但し、0を含まず）、ZrO₂：1000ppm以下（但し、0を含まず）、Ta₂O₅：1000ppm以下（但し、0を含まず）、In₂O₅：1000ppm以下（但し、0を含まず）、Ga₂O₅：1000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種以上を含むことを特徴とする請求項1、2、4、6のいずれかに記載のフェライト材料。

15

9. 第3副成分として、SnO₂：10000ppm以下（但し、0を含まず）およびTiO₂：10000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種を含むことを特徴とする請求項1、2、4、6のいずれかに記載のフェライト材料。

20

10. 第4副成分として、P換算でのPの化合物：35ppm以下（但し、0を含まず）、MoO₃：1000ppm以下（但し、0を含まず）、V₂O₅：1000ppm以下（但し、0を含まず）、GeO₂：1000ppm以下（但し、0を含まず）、Bi₂O₃：1000ppm以下（但し、0を含まず）、Sb₂O₃：25 3000ppm以下（但し、0を含まず）の一種または二種以上を含むことを特徴とする請求項1、2、4、6のいずれかに記載のフェライト材料。

11. コア損失が最小値を示す温度であるボトム温度が60～130℃の範囲

に存在することを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれかに記載のフェライト材料。

12. 100℃における飽和磁束密度が 480 mT 以上（測定磁界：1194 A/m）であることを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれかに記載のフェライト材料。

13. 室温における初透磁率が 700 以上であることを特徴とする請求項 12 に記載のフェライト材料。

10

14. 相対密度が 93% 以上、平均結晶粒径が 5～30 μm である焼結体から構成されることを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれかに記載のフェライト材料。

15. 15. 100℃における飽和磁束密度が 480 mT 以上（測定磁界：1194 A/m）、かつコア損失の最小値が 1100 kW/m³ 以下（測定条件：100 kHz、200 mT）であることを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれかに記載のフェライト材料。

20. 16. 100℃における飽和磁束密度が 500 mT 以上（測定磁界：1194 A/m）、コア損失の最小値が 1000 kW/m³ 以下（測定条件：100 kHz、200 mT）、コア損失が最小値を示す温度であるボトム温度が 80～120℃、室温での初透磁率が 800 以上であることを特徴とする請求項 1、2、4、6 のいずれかに記載のフェライト材料。

25

1/18

第1図

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	NiO (mol%)	B _s (mT)	P _{cv} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μ _i	副成分	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)
比較例1	60.0	21.0	15.0	4.0	467	1410	60	824	SiO ₂ :100ppm CaCO ₃ :1500ppm Nb ₂ O ₅ :200ppm *SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有量との重量比=0.07	1350	1
1	63.0	17.0	18.0	2.0	494	661	100	1059			
2	65.0	17.0	16.0	2.0	515	897	100	784			
3	67.0	18.5	14.0	0.5	505	988	100	702			
比較例2	70.0	14.5	15.0	0.5	463	2675	100	389			
比較例3	67.0	21.0	10.0	2.0	475	1225	80	742			
4	65.0	19.0	14.0	2.0	519	964	80	928			
5	64.0	16.5	18.0	1.5	501	770	100	901			
比較例4	65.0	13.5	21.0	0.5	474	1045	140	571			
6	67.0	18.5	14.0	0.5	505	988	100	702			
7	64.0	18.0	16.0	2.0	500	731	80	1074			
8	64.0	18.0	14.0	4.0	515	943	100	819			
比較例5	64.0	16.0	14.0	6.0	512	1358	120	584			
従来例1	70.0	15.0	15.0	—	470	3207	140	220	SiO ₂ :60ppm、CaCO ₃ :700ppm、Nb ₂ O ₅ :250ppm、Ta ₂ O ₅ :50ppm	1300	1
従来例2	60.0	25.0	15.0	—	456	1431	20	1300	SiO ₂ :100ppm、CaCO ₃ :700ppm、Ta ₂ O ₅ :300ppm	1300	1
従来例3	70.0	10.0	20.0	—	468	2618	140	250		1300	1
従来例4	70.0	10.0	20.0	—	503	1846	100	490		1250	窒素中

<備考>

B_s : 飽和磁束密度(100°C)P_{cv} : ボトム温度におけるコア損失(100kHz、200mT)

B.Temp. : ボトム温度

μ_i : 初透磁率(25°C)

第2図

試料No.	第1副成分		SiO ₂ の含有量と CaCO ₃ の含有量 との重量比	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi
	SiO ₂ (ppm)	CaCO ₃ (ppm)					
9	100	1500	0.07	498	665	100	1182
10	150	1500	0.10	496	689	100	1089
11	200	1500	0.13	505	703	100	1002
比較例6	300	1500	0.20	507	1241	100	601
12	150	1000	0.15	493	830	100	971
13	150	2000	0.08	495	746	100	1083
比較例7	150	3000	0.05	492	1046	100	874
<div>＜備考＞<div>焼成 : 1350°C、酸素分圧1%</div><div>Bs : 飽和磁束密度(100°C)</div><div>B.Temp. : ボトム温度</div><div>主成分 : Fe₂O₃ : 63 mol%</div><div>ZnO : 17.5 mol%</div><div>副成分 : Nb₂O₅ : 200ppm</div><div>Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)</div><div>μi : 初透磁率(25°C)</div><div>MnO : 17.5 mol%</div><div>NiO : 2 mol%</div></div>							

第3図

試料No.	副成分	添加量 (ppm)	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	備考	
14	Nb ₂ O ₅	100	508	911	100	785	第2副成分	
15		200	507	812	100	875		
16		300	505	1109	100	729		
比較例8		500	510	1253	100	782		
17	ZrO ₂	200	494	832	100	1000		
18		500	505	795	100	942		
19		800	514	1025	100	751		
20	Ta ₂ O ₅	200	494	1011	100	892		
21		500	508	810	100	980		
22	In ₂ O ₅	200	496	1165	80	900		
23		500	502	1037	100	888		
24	Ga ₂ O ₅	200	493	1105	100	809		
25		500	498	1067	100	866		
26	V ₂ O ₅	200	510	1126	100	761		第4副成分
27		500	513	1070	100	583		
28	GeO ₂	200	494	827	100	936		
29		500	497	977	100	851		

<備考>
焼成 : 1350°C、酸素分圧1%
Bs : 飽和磁束密度(100°C)
B.Temp. : ボトム温度
他成分 : Fe₂O₃ : 64.0 mol% MnO: 17.5 mol% ZnO: 16.5 mol%
 NiO: 2.0 mol% SiO₂: 100 ppm CaCO₃: 1500 ppm
*SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

Pcv : ボトム温度におけるコア損失
(100kHz、200mT)
 μi : 初透磁率(25°C)

4/18

第4図

試料No.	第3副成分		Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi
	SnO ₂ (ppm)	TiO ₂ (ppm)				
30	1000	0	496	1049	100	821
31	5000	0	491	1103	100	690
32	0	1000	498	1188	100	695
33	0	3000	493	995	100	680
34	0	5000	485	930	100	680
<p><備考></p> <p>焼成 : 1350°C、酸素分圧1%</p> <p>Bs : 飽和磁束密度(100°C)</p> <p>Pcv : ボトム温度におけるコア損失(100kHz、200mT)</p> <p>B.Temp. : ボトム温度 μi : 初透磁率(25°C)</p> <p>他成分 : Fe₂O₃ : 64.0 mol% MnO: 17.5 mol% ZnO: 16.5 mol%</p> <p>NiO: 2.0 mol% SiO₂: 100 ppm CaCO₃: 1500 ppm</p> <p>*SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07</p>						

5/18

第5図

試料No.	主成分 (mol%)	副成分 (ppm)	MoO ₃ (ppm)	P (ppm)	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)	B _s (mT)	P _{cv} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μ _i	相対密度 (%)	平均結晶 粒径 (μm)
35	Fe ₂ O ₃ : 64.0、 MnO : 17.5、 ZnO : 16.5、 NiO : 2.0	SiO ₂ :100、 CaCO ₃ :1500、 Nb ₂ O ₅ :200	—	—	1300	0.5	489	746	100	1390	96.0	10
36			100	—			496	813	100	847	97.1	—
37			200	—			508	944	100	830	97.4	—
38			—	17	1330	0.8	497	733	100	919	—	—
39			—	27			499	755	100	910	—	—
40			—	—			502	827	100	879	96.9	13
41			—	—	1350	1.0	506	840	100	855	97.7	16
42	—	—	1380	1.4	517	1022	100	693	98.1	20		
43	—	—	1400	1.7	502	1189	100	593	97.4	25		

<備考>
Bs : 飽和磁束密度(100°C)
B.Temp. :ボトム温度
Pcv :ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)
μi :初透磁率(25°C)
*SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

6/18

第6図

試料No.	第4副成分	添加量 (ppm)	相対密度 (%)	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)
35	なし	—	96.0	489	746	100	1390	1300	0.5
44	P換算 (Ca ₃ (PO ₄) ₂)	10	96.8	497	753	100	919		
45		20	96.6	499	755	100	910		
36	MoO ₃	100	97.1	496	813	100	847		
37		200	97.4	508	944	100	830		
46		500	97.2	499	964	100	974		
47	V ₂ O ₅	100	96.2	499	788	100	1002		
48		200	96.5	499	760	100	992		
49		500	96.2	496	888	100	952		
50	GeO ₂	200	95.9	494	776	100	962		
51		500	95.4	494	780	100	973		
52	Bi ₂ O ₃	200	95.8	494	795	100	980		
53		500	96.5	502	981	90	988		
54	Sb ₂ O ₃	200	95.9	496	747	100	1086		
55		500	97.0	497	798	100	961		
56		1000	97.3	507	794	100	1100		
57		2000	97.3	505	913	100	945		

<備考>

Bs : 飽和磁束密度 (100°C)

Pcv : ボトム温度におけるコア損失
(100kHz、200mT)

B.Temp. : ボトム温度

 μi : 初透磁率 (25°C)他成分 : Fe₂O₃ : 64.0 mol%

MnO : 17.5 mol%

ZnO : 16.5 mol%

NiO : 2.0 mol%

SiO₂ : 100 ppmCaCO₃ : 1500 ppmNb₂O₅ : 200ppm*SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

7/18

第7図

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	NiO (mol%)	MoO ₃ (第4副成分) (ppm)	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)	相対密度 (%)	B _s (mT)	P _{cv} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μ _i
58	64.0	16.0	20.0	—	—	1350	1.0	96.2	467	736	100	1103
59	64.0	16.0	20.0	—	100			97.4	484	1065	110	866
60	66.0	17.0	17.0	—	—	1300	0.5	96.7	492	919	110	758
61	66.0	17.0	17.0	—	100			97.4	511	1019	110	711

<備考>

B_s : 飽和磁束密度(100°C) P_{cv} : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)
 B.Temp. : ボトム温度 μ_i : 初透磁率(25°C)

副成分 : SiO₂: 100 ppm CaCO₃: 1500 ppm Nb₂O₅: 200 ppm
 *SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

𠄎
𠄎
𠄎

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	NiO (mol%)	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)	Bs (mT)	P _{cvt} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi
62						2.0	496	687	100	1129
63						1.5	498	675	100	1132
64	63.0	17.5	17.5	2.0	1350	1.0	498	673	100	1209
65						0.5	495	766	100	1074
66						0.2	498	948	80	1073

<備考> Bs :飽和磁束密度(100°C) P_{cvt} :ボトム温度におけるコア損失(100kHz、200mT)
 B.Temp. :ボトム温度 μi :初透磁率(25°C)
 副成分 :SiO₂: 100 ppm CaCO₃: 1500 ppm Nb₂O₅: 200 ppm
 *SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

第9図

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	LiO _{0.5} (mol%)	Bs (mT)		Pcv (kW/m ³)					B.Temp. (°C)	μi	
					RT	100°C	25°C	40°C	60°C	80°C	100°C			120°C
比較例9	64.0	20.0	16.0	-	592	487	786	654	893	1070	1191	1252	40	1964
67	64.0	19.0	16.0	1.0	591	501	1733	1372	883	861	945	1053	80	987
68	64.0	18.0	16.0	2.0	579	501	2182	1883	1506	1112	1006	1009	100	737
比較例10	64.0	16.0	16.0	4.0	545	487	2910	2694	2425	2162	2033	1866	120	481

<備考>

焼成 :1350°C、酸素分圧1%

Bs :飽和磁束密度(100°C)

RT :室温

Pcv :コア損失(100kHz、200mT)

B.Temp. :ボトム温度

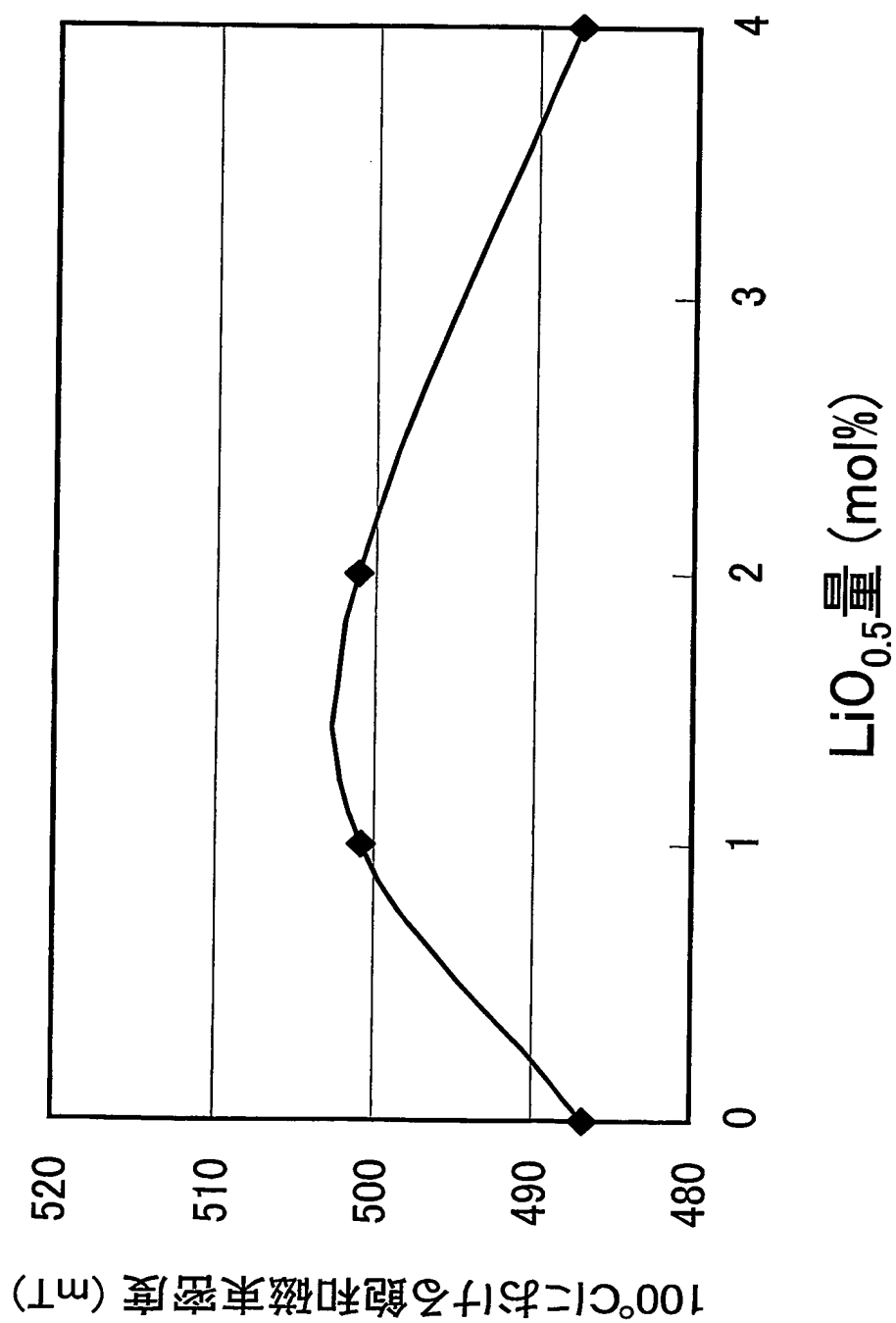
μi :初透磁率(25°C)

副成分 :SiO₂:100ppm CaCO₃:1500ppm Nb₂O₅:200ppm

* SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

10/18

第10図



11/18

第11図

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	LiO _{0.5} (mol%)	Bs (mT)	P _{cv} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	副成分	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)
比較例11	60.0	22.5	15.0	2.5	457	1538	60	792	SiO ₂ :100ppm CaCO ₃ :1500ppm Nb ₂ O ₅ :200ppm * SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有 量との重量比=0.07	1350	1
69	62.0	18.0	18.0	2.0	487	678	80	1147			
68	64.0	18.0	16.0	2.0	501	1006	100	737			
70	67.0	18.5	14.0	0.5	507	1052	100	713			
比較例12	70.0	14.5	15.0	0.5	466	3111	100	370			
比較例13	67.0	21.0	11.0	1.0	479	1355	80	559	SiO ₂ :60ppm、CaCO ₃ :700ppm、 Nb ₂ O ₅ :250ppm、Ta ₂ O ₅ :50ppm	1300	1
71	65.0	19.0	14.0	2.0	515	1108	100	789			
72	64.0	17.0	18.0	1.0	495	842	100	813			
比較例14	65.0	13.5	21.0	0.5	475	1090	140	521			
従来例1	70.0	15.0	15.0	-	470	3207	140	220	SiO ₂ :100ppm、CaCO ₃ :700ppm、 Ta ₂ O ₅ :300ppm	1300	1
従来例2	60.0	25.0	15.0	-	456	1431	20	1300			
従来例3	70.0	10.0	20.0	-	468	2618	140	250			
従来例4	70.0	10.0	20.0	-	503	1846	100	490		1250	窒素中
<備考>											
Bs : 飽和磁束密度 (100°C)						P _{cv} : ボトム温度におけるコア損失(100kHz、200mT)					
B.Temp. : ボトム温度						μi : 初透磁率(25°C)					

第12図

試料No.	第1副成分		SiO ₂ の含有量と CaCO ₃ の含有量 との重量比	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μ i
	SiO ₂ (ppm)	CaCO ₃ (ppm)					
73	100	1500	0.07	501	861	80	987
74	200	1500	0.13	507	934	80	887
75	150	2000	0.08	498	966	80	914
<div><備考><div>焼成 : 1350°C、酸素分圧1% Bs : 飽和磁束密度(100°C) B.Temp. : ボトム温度</div><div>Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT) μi : 初透磁率(25°C)</div><div>主成分 : Fe₂O₃ : 64 mol% ZnO:16 mol% 副成分 : Nb₂O₅:200ppm</div><div>MnO : 19 mol% LiO_{0.5}: 1 mol%</div></div>							

第13図

試料No.	副成分	添加量 (ppm)	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	備考
76	Nb ₂ O ₅	200	501	861	80	987	第2副成分
77	ZrO ₂	500	499	850	80	1041	
78	Ta ₂ O ₅		500	865	80	1077	
79	In ₂ O ₅		495	1117	80	1008	
80	Ga ₂ O ₅		492	1092	80	985	
81	SnO ₂	1000	489	1099	80	927	第3副成分
82	TiO ₂	3000	485	1048	80	806	
83	GeO ₂	200	492	886	80	997	第4副成分
84	V ₂ O ₅	500	510	1065	80	712	
<備考>							
焼成 : 1350°C、酸素分圧1%				Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)			
Bs : 飽和磁束密度(100°C)				μi : 初透磁率(25°C)			
B.Temp. : ボトム温度							
他成分 : Fe ₂ O ₃ : 64 mol%				MnO:19 mol%	ZnO:16 mol%	LiO _{0.5} : 1 mol%	
SiO ₂ : 100 ppm				CaCO ₃ : 1500 ppm	Nb ₂ O ₅ :200ppm		
* SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有量との重量比=0.07							

14/18

第14図

試料No.	第4副成分	添加量 (ppm)	相対密度 (%)	平均結晶粒径 (μm)	Bs (mT)	Pcv (kW/m^3)	B.Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	μi	焼成温度 ($^{\circ}\text{C}$)	酸素分圧 (%)
85	なし	—	96.2	10	482	777	80	1418	1300	0.5
86	P換算 ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)	20	96.8	16	494	790	80	1027		
87	MoO_3	200	97.4	14	504	987	80	945		
88	GeO_2	500	96.3	11	487	798	80	1065		
89	Bi_2O_3	500	96.7	17	495	1011	80	1054		
90	Sb_2O_3	1000	97.2	12	500	828	80	1195		
91	V_2O_5	500	96.5	15	492	923	80	1061		
84	V_2O_5	500	—	—	510	1065	80	712	1350	1

<備考>

Bs : 飽和磁束密度 (100°C)

B.Temp. : ボトム温度

他成分 : Fe_2O_3 : 64 mol%
 SiO_2 : 100 ppm

Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)

μi : 初透磁率 (25°C)

MnO : 19 ZnO : 16 mol%
 CaCO_3 : 1500 ppm Nb_2O_5 : 200ppm
 $\text{LiO}_{0.5}$: 1 mol%

* SiO_2 の含有量と CaCO_3 の含有量との重量比=0.07

15/18

第15図

試料No.	Fe ₂ O ₃ (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	NiO (mol%)	LiO _{0.5} (mol%)	B _s (mT)	P _{cv} (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	副成分	焼成温度 (°C)	酸素分圧 (%)
比較例15	60.0	22.0	15.0	1.0	2.0	462	1433	80	831	SiO ₂ :100ppm CaCO ₃ :1500ppm Nb ₂ O ₅ :200ppm *SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有 量との重量比=0.07	1350	1
92	63.0	17.5	18.0	1.0	0.5	494	714	100	1155			
93	67.0	19.5	12.5	0.5	0.5	507	1167	80	803			
比較例16	70.0	14.5	14.5	0.5	0.5	475	2971	100	350			
比較例17	67.0	21.0	10.0	1.0	1.0	479	1303	100	675			
94	65.0	19.0	14.0	1.0	1.0	510	951	100	890			
95	64.0	16.5	18.0	0.5	1.0	504	901	120	732			
比較例18	64.5	13.5	21.0	0.5	0.5	470	1125	140	489			
93	67.0	19.5	12.5	0.5	0.5	507	1167	80	803			
96	64.0	17.8	14.0	4.0	0.2	512	976	100	862			
比較例19	64.0	16.0	13.5	6.0	0.5	504	1443	120	604			
93	67.0	19.5	12.5	0.5	0.5	507	1167	80	803			
97	64.0	17.5	16.0	0.5	2.0	504	1026	100	799			
比較例20	64.0	17.5	14.0	0.5	4.0	481	1616	140	520			
従来例1	70.0	15.0	15.0	-	-	470	3207	140	220	SiO ₂ :60ppm、CaCO ₃ :700ppm、 Nb ₂ O ₅ :250ppm、Ta ₂ O ₅ :50ppm	1300	1
従来例2	60.0	25.0	15.0	-	-	456	1431	20	1300			
従来例3	70.0	10.0	20.0	-	-	468	2618	140	250	SiO ₂ :100ppm、CaCO ₃ :700ppm、 Ta ₂ O ₅ :300ppm	1300	1
従来例4	70.0	10.0	20.0	-	-	503	1846	100	490			
従来例5	54.0	25.0	11.0	10.0	-	-	-	240	-	-	1350	1
従来例6	54.0	25.0	11.0	-	-10 (Li ₂ O)	-	-	250	-	-		
<備考>												
Bs : 飽和磁束密度(100°C) P _{cv} : ボトム温度におけるコア損失(100kHz, 200mT)												
B.Temp. : ボトム温度 μi : 初透磁率(25°C)												

第16図

試料No.	第1副成分		SiO ₂ の含有量と CaCO ₃ の含有量 との重量比	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi
	SiO ₂ (ppm)	CaCO ₃ (ppm)					
98	100	1500	0.07	510	951	100	890
99	200	1500	0.13	512	1033	100	804
100	150	2000	0.08	510	986	100	811
<div><備考><div>焼成 : 1350°C、酸素分圧1% Bs : 飽和磁束密度 (100°C) B.Temp. : ボトム温度</div><div>Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT) μi : 初透磁率 (25°C)</div><div>主成分 : Fe₂O₃ : 65 mol% MnO : 19 mol% ZnO : 14 mol% NiO : 1 mol% LiO_{0.5} : 1 mol%</div><div>副成分 : Nb₂O₅ : 200ppm</div></div>							

第17図

試料No.	副成分	添加量 (ppm)	Bs (mT)	Pcv (kW/m ³)	B.Temp. (°C)	μi	備考
101	Nb ₂ O ₅	200	510	951	100	890	第2副成分
102	ZrO ₂	500	502	901	100	1017	
103	Ta ₂ O ₅		508	963	100	949	
104	In ₂ O ₅		505	1117	100	910	
105	Ga ₂ O ₅		500	1211	100	845	
106	SnO ₂	1000	499	1089	100	844	第3副成分
107	TiO ₂	3000	494	1045	100	789	
108	GeO ₂	200	499	939	100	952	第4副成分
109	V ₂ O ₅	500	513	1201	100	703	
<備考>							
焼成 : 1350°C、酸素分圧1%			Pcv : ポトム温度におけるコア損失 (100kHz、200mT)				
Bs : 飽和磁束密度(100°C)			μi : 初透磁率(25°C)				
B.Temp. : ポトム温度							
他成分 : Fe ₂ O ₃ : 65 mol%			MnO : 19 mol%		ZnO : 14 mol%		
NiO : 1 mol%			LiO _{0.5} : 1 mol%				
SiO ₂ : 100 ppm			CaCO ₃ : 1500 ppm		Nb ₂ O ₅ : 200ppm		
* SiO ₂ の含有量とCaCO ₃ の含有量との重量比=0.07							

* SiO₂の含有量とCaCO₃の含有量との重量比=0.07

第18図

試料No.	第4副成分	添加量 (ppm)	相対密度 (%)	平均結晶粒径 (μm)	Bs (mT)	Pcv (kW/m^3)	B.Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	μi	焼成温度 ($^{\circ}\text{C}$)	酸素分圧 (%)
110	なし	—	95.5	10	488	898	100	1343	1300	0.5
111	P換算 ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)	20	96.8	15	501	912	100	970		
112	MoO_3	200	97.3	15	510	1086	100	869		
113	GeO_2	500	95.6	12	494	927	100	1023		
114	Bi_2O_3	500	96.1	17	501	1137	90	1039		
115	Sb_2O_3	1000	97.3	13	508	978	100	1086		
116	V_2O_5	500	96.0	14	496	1050	100	1052		
109	V_2O_5	500	—	—	513	1201	100	703	1350	1

<備考>

Bs : 飽和磁束密度 (100°C)

B.Temp. : ボトム温度

他成分 : Fe_2O_3 : 65 mol%
NiO: 1 mol%
 SiO_2 : 100 ppm

Pcv : ボトム温度におけるコア損失 (100kHz , 200mT)

μi : 初透磁率 (25°C)

ZnO : 14 mol%
 $\text{LiO}_{0.5}$: 1 mol%
 CaCO_3 : 1500 ppm
 Nb_2O_5 : 200ppm

* SiO_2 の含有量と CaCO_3 の含有量との重量比=0.07

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C04B35/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C04B35/38, 35/26, H01F1/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 6-310321 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 04 November, 1994 (04.11.94), Claims 1 to 3; examples 1 to 3 (Family: none)	1, 5-16 2-4
X A	US 5518642 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 21 May, 1996 (21.05.96), Claims 6 to 10; examples 1 to 5 & JP 2917706 B2 Claims 1, 2; examples 1 to 5 & EP 716053 A2	6-16 1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 October, 2003 (14.10.03)

Date of mailing of the international search report
28 October, 2003 (28.10.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 8-45725 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), Claim 1 (Family: none)	6, 7, 9-16 1-5, 8
A	JP 61-252610 A (Tohoku Kinzoku Kogyo Ltd.), 10 November, 1986 (10.11.86), Claims; Fig. 1 (Family: none)	2-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C04B 35/38

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. C04B 35/38 35/26 H01F 1/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 6-310321 A (松下電器産業株式会社) 1994. 11. 04	1, 5-16
A	請求項1-3, 実施例1-3 (ファミリーなし)	2-4
X	US 5518642 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)	6-16
A	1996. 05. 21, 請求項6-10, 実施例1-5	1-5
	& JP 2917706 B2 請求項1, 2, 実施例1-5 & EP 716053 A2	
X	JP 8-45725 A (住友特殊金属株式会社) 1996. 02. 16	6, 7, 9-16
A	請求項1 (ファミリーなし)	1-5, 8
A	JP 61-252610 A (東北金属工業株式会社) 1986. 11. 10	2-5
	特許請求の範囲, 第1図 (ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 10. 03

国際調査報告の発送日

28.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大橋 賢一

4T

8825

電話番号 03-3581-1101 内線 6791